



(11) **EP 4 316 975 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

- (43) Veröffentlichungstag:
07.02.2024 Patentblatt 2024/06

(21) Anmeldenummer: **23185968.7**

(22) Anmeldetag: **18.07.2023**
- (51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B63H 25/06 (2006.01) **B63H 25/02** (2006.01)
B62D 5/00 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B62D 5/006; B63H 25/02; B63H 2025/066

(84) Benannte Vertragsstaaten: AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR Benannte Erstreckungsstaaten: BA Benannte Validierungsstaaten: KH MA MD TN (30) Priorität: 26.07.2022 DE 102022207660 (71) Anmelder: • thyssenkrupp Marine Systems GmbH 24143 Kiel (DE)	• thyssenkrupp AG 45143 Essen (DE) (72) Erfinder: • Körner, Roland 24248 Mönkeberg (DE) • Dignath, Florian 80997 München (DE) (74) Vertreter: thyssenkrupp Intellectual Property GmbH ThyssenKrupp Allee 1 45143 Essen (DE)
--	---

(54) **REDUNDANTE ELEKTRISCHE RUDERANLAGE FÜR EIN UNTERSEEBOOT UND DEREN BETRIEB**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Ruderanlage 10, wobei die Ruderanlage 10 wenigstens drei Ruder 20 aufweist, wobei jedes Ruder 20 wenigstens einen ersten elektrischen Stellmotor 31 aufweist, wobei die Ruderanlage 10 wenigstens eine Steuerkonsole 40, ein erstes Ruderkontrollsystem 51 und eine erste Motorsteuerung 61 aufweist, wobei die Steuerkonsole 40 zur Eingabe von Steuerbefehlen ausgebildet ist, wobei die Steuerkonsole 40 und das erste Ruderkontrollsystem 51 zur Übertragung der Steuerbefehle verbunden sind, wobei das erste Ruderkontrollsystem 51 zur Verarbeitung der Steuerbefehle und Ansteuerbefehle ausgebildet ist, wobei das erste Ruderkontrollsystem 51 und die erste Motorsteuerung 61 zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden sind, wobei die erste Motorsteuerung 61 mit den ersten Stellmotoren 31 zur Einstellung der Ruder 20 entsprechend der Ansteuerbefehle verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Ruderanlage 10 wenigstens ein zweites Ruderkontrollsystem 52 aufweist, wobei die Steuerkonsole 40 und das zweite Ruderkontrollsystem 52 zur Übertragung der Steuerbefehle verbunden sind, wobei das zweite Ruderkontrollsystem 52 zur Verarbeitung der Steuerbefehle und Ansteuerbefehle ausgebildet ist, wobei das zweite Ruderkontrollsystem 52 und die erste Motorsteuerung 61 zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden sind.

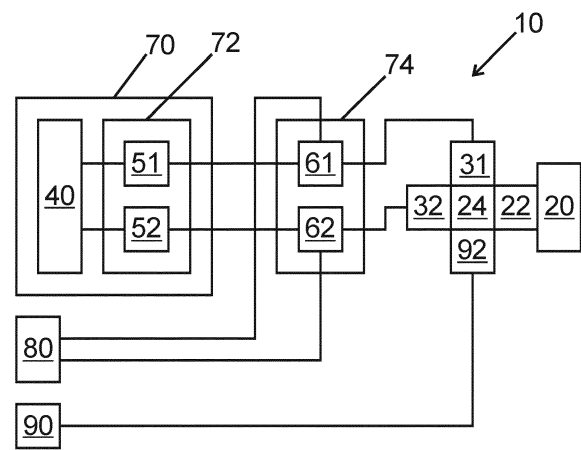


Fig. 1

EP 4 316 975 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ruderanlage, insbesondere für ein Unterseeboot, wobei die Ruderanlage zur elektrischen Ansteuerung der Ruder ausgebildet ist. Die Ruderanlage ist redundant ausgeführt, sodass wenigstens ein sicheres Auftauchen möglich ist.

[0002] Zunehmend besteht ein Interesse, auch die Ruderanlage von Unterseebooten elektrisch auszubilden. Bei Unterseebooten stellt sich jedoch die Herausforderung, dass eine Funktionsfähigkeit auch bei einem Teilausfall gegeben sein muss, da die Ruder benötigt werden, um aus eigener Kraft mit Fahrt an die Wasseroberfläche zu gelangen. Daher besteht derzeit noch eine gewisse Skepsis gegenüber der möglichen Anfälligkeit einer elektrischen Ruderanlage und die Tendenz auf bewährte Technologien, beispielsweise eine hydraulische Ruderanlage zurückzugreifen.

[0003] Klassisch weisen Unterseeboote eine Kreuzrunder-Anordnung auf. Hierbei kann mit einem senkrechten Ruder nach backbord und steuerbord gesteuert werden. Die beiden waagrecht angeordneten Ruder können für eine Tiefenänderung oder eine Rollbewegung des Unterseebootes verwendet werden. Daraus ergibt sich, dass die Ansteuerung für die gewünschte Richtungsänderung einfach auf die Ruder übertragen werden kann. Bei neueren Booten setzt sich aber zunehmend auch eine X-Ruder-Anordnung durch, bei dem alle vier Ruder diagonal zur Horizontalen verlaufen. Vorteil ist, dass so immer alle Ruder an einer Richtungsänderung beteiligt sind, wodurch diese schneller durchführbar ist, das Unterseeboot ist also wendiger. Auf der anderen Seite ist dadurch die Ansteuerung der Ruder komplexer.

[0004] Aus der nachveröffentlichten DE 10 2021 211 387 ist ein druckfester Kolbenmedientrenner, insbesondere für einen Linearantrieb einer Schiffsrudermaschine, bekannt.

[0005] Aus der DE 10 2016 006 933 B3 ist ein Verfahren zur Kompensation der Blockade eines Ruderblattes in einem X-Ruder bekannt.

[0006] Aus der DE 10 2016 204 248 A1 ist ein Linearantrieb für eine Schiffsrudermaschine bekannt.

[0007] Aus der DE 10 2021 211 387 A1 ist ein druckfester Kolbenmedientrenner, ein Linearantrieb für eine Schiffsrudermaschine sowie ein Unterseeboot damit bekannt.

[0008] Aus Linke, Petra und Frank Weidemann, "Einführung in die Konstruktionsmethodik", Handbuch Maschinenbau, Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2021, 677, 692-93, Web, ist eine Einführung in die Konstruktionsmethodik bekannt.

[0009] Aus der US 2018 / 0050783 A1 ist eine Steuervorrichtung bekannt.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, eine elektrisch ausreichende redundante Ruderanlage bereitzustellen, damit diese insbesondere auf einem Unterseeboot einsetzbar ist.

[0011] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine elektri-

sche Ruderanlage mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen, ein Unterseeboot mit den in Anspruch 14 angegebenen Merkmalen sowie das Verfahren mit den in Anspruch 15 angegebenen Merkmalen. Vorteilhaftes Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie der Zeichnung.

[0012] Die erfindungsgemäße elektrische Ruderanlage weist wenigstens drei Ruder auf. Ein Kreuzrunder kommt mit drei Rudern aus. Ein X-Ruder hat vier Ruder. Zusätzlich sind am Bug oder Turm oftmals zwei weitere Tiefenruder angeordnet. Somit sind drei, vier, fünf oder sechs Ruder üblich. Somit ist ein bewegliches Ruder oder Ruderblatt im Sinne der Erfindung das jeweils einzelne bewegliche Ruder, die Gesamtheit aller Ruder mit der zur Ansteuerung notwendigen Technik bildet die gesamte Ruderanlage. Bei einem Überwasserschiff kann ein einzelnes Ruder bereits ausreichend sein, es kann aber auch zwei oder mehr meist parallel nebeneinander angeordnete Ruder aufweisen. Für ein Unterseeboot mit einem Kreuzrunder werden wenigstens drei Ruder benötigt. Jedes Ruder weist wenigstens einen ersten elektrischen Stellmotor auf. Sind mehrere Ruder vorhanden, sind auch mehrere erste elektrische Stellmotoren vorhanden. Mit Hilfe des ersten elektrischen Stellmotors kann das jeweils verbundene Ruder in der Ruderlage eingestellt werden. Dieses bedeutet, dass die gesamte Übertragung eines Steuersignals elektrisch und damit über eine einfache Verkabelung erfolgt. Der Stellmotor und das Ruder können dabei unmittelbar oder mittelbar über mechanische Elemente wirkverbunden sein. Die Ruderanlage weist wenigstens eine Steuerkonsole, ein erstes Ruderkontrollsystem und eine erste Motorsteuerung auf. Die Steuerkonsole ist zur Eingabe von Steuerbefehlen ausgebildet. Insbesondere können die Steuerbefehle durch einen Benutzer eingegeben werden. Die Steuerbefehle sind bevorzugt in der Form, dass diese beispielsweise der eingegebenen Fahrtrichtungsänderung entsprechen. Die Steuerkonsole und das erste Ruderkontrollsystem sind zur Übertragung der Steuerbefehle verbunden. Das erste Ruderkontrollsystem ist zur Verarbeitung der Steuerbefehle und Ermittlung von Ansteuerbefehlen ausgebildet. Insbesondere werden aus den Steuerbefehlen die einzelnen Ruderlagen berechnet und aus den zu erreichenden Ruderlagen die Ansteuerbefehle für die einzelnen elektrischen Stellmotoren ermittelt. Das erste Ruderkontrollsystem und die erste Motorsteuerung sind zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden. Die erste Motorsteuerung ist mit den ersten Stellmotoren zur Einstellung der Ruder entsprechend der Ansteuerbefehle elektrisch verbunden. Diese Verbindung kann beispielsweise durch die direkte Ansteuerung der ersten Stellmotoren mittels Veränderung oder Einstellung der Motorströme erfolgen, also beispielsweise durch das direkte Bereitstellen der Spannung für das Verfahren der ersten Stellmotoren. Es handelt sich somit um eine elektrische Ruderanlage.

[0013] Erfindungsgemäß weist die Ruderanlage we-

nigstens ein zweites Ruderkontrollsystem auf. Das erste Ruderkontrollsystem und das zweite Ruderkontrollsystem sind somit getrennt voneinander, auch wenn diese beispielsweise in einem gemeinsamen Gehäuse integriert sein können. Wesentlich ist, dass das erste Ruderkontrollsystem und das zweite Ruderkontrollsystem vollständig unabhängig voneinander funktionieren und somit bei Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems das zweite Ruderkontrollsystem nicht beeinträchtigt ist und umgekehrt. Die Steuerkonsole und das zweite Ruderkontrollsystem sind zur Übertragung der Steuerbefehle verbunden. Das zweite Ruderkontrollsystem ist zur Verarbeitung der Steuerbefehle und Ansteuerbefehle ausgebildet. Das zweite Ruderkontrollsystem und die erste Motorsteuerung sind zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden. Beispielsweise und bevorzugt ist das erste Ruderkontrollsystem zur Überwachung des zweiten Ruderkontrollsystems ausgebildet und das zweite Ruderkontrollsystem ist zur Überwachung des ersten Ruderkontrollsystems ausgebildet. Dabei kann vorgesehen sein, dass das erste Ruderkontrollsystem seine Ansteuerbefehle an die erste Motorsteuerung abgibt, während das zweite Ruderkontrollsystem parallel zum ersten Ruderkontrollsystem ebenfalls die Eingaben erhält, aber keine Ansteuerbefehle ausgibt. Sofern das erste Ruderkontrollsystem keine Ansteuerbefehle mehr ausgibt, erkennt das System oder das zweite Ruderkontrollsystem eine Fehlfunktion des ersten Ruderkontrollsystems und gibt zumindest eine Fehlermeldung aus. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das zweite Ruderkontrollsystem nach Erkennen der Fehlfunktion Ansteuerbefehle ausgibt. Weiter kann dabei vorgesehen sein, dass das erste Ruderkontrollsystem abgeschaltet wird oder die Übertragung der Ansteuerbefehle vom ersten Ruderkontrollsystem an die Motorsteuerung unterbrochen wird. Alternativ oder zusätzlich sind beispielsweise und bevorzugt das erste Ruderkontrollsystem und das zweite Ruderkontrollsystem manuell auswählbar. Es kann also zwischen dem ersten Ruderkontrollsystem und dem zweiten Ruderkontrollsystem manuell umgeschaltet werden. In einer weiteren Alternative überwacht das zweite Ruderkontrollsystem im Normalzustand das erste Ruderkontrollsystem. Beide Ruderkontrollsysteme bekommen die gleichen Eingaben von der Steuerkonsole, beide Ruderkontrollsysteme berechnen die entsprechende Ruderlagen. Das zweite Ruderkontrollsystem erhält zusätzlich die erzeugten Daten des ersten Ruderkontrollsystems und vergleicht diese mit den eigenen Ergebnissen. Sind diese identisch, unternimmt das zweite Ruderkontrollsystem nichts. Wird eine Abweichung festgestellt, wird ein Benutzer informiert, um ein Ruderkontrollsystem auszuwählen. Fällt das erste Ruderkontrollsystem aus, so erhält das zweite Ruderkontrollsystem keine Daten von dem ersten Ruderkontrollsystem und kann so vollständig die Aufgaben des ersten Ruderkontrollsystems automatisch übernehmen.

[0014] Gerade bei einem Unterseeboot, insbesondere bei einem Unterseeboot mit einem X-Ruder ist die Um-

setzung eines Steuerbefehls in eine tatsächliche Winkeländerung der Ruder komplex. Während bei einem Überwasserschiff mit nur einem Ruder nur die Auswahl zwischen steuerbord und backbord besteht und dabei das Ruder entsprechend in die zu steuernde Richtung bewegt wird, ist dieses durch die freie Bewegung in drei Richtungen einschließlich Rollbewegung für ein Unterseeboot wesentlich komplexer.

[0015] Daher ist gerade die redundante Auslegung des Ruderkontrollsystems besonders vorteilhaft.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weisen die Ruder wenigstens einen zweiten elektrischen Stellmotor auf. Die Ruderanlage weist weiter eine zweite Motorsteuerung auf. Das erste Ruderkontrollsystem und/oder zweite Ruderkontrollsystem und die zweite Motorsteuerung sind zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden. Die zweite Motorsteuerung ist mit den zweiten Stellmotoren zur Einstellung der Ruder entsprechend der Ansteuerbefehle verbunden. Hierbei kann zum einen das erste Ruderkontrollsystem nur mit der ersten Motorsteuerung und das zweite Ruderkontrollsystem nur mit der zweiten Motorsteuerung verbunden sein. Bei dieser Ausführungsform bestehen zwei parallele und vollständig unabhängige Systeme nebeneinander. Zum anderen kann sowohl das erste Ruderkontrollsystem sowohl mit der ersten Motorsteuerung als auch der zweiten Motorsteuerung verbunden sein als auch das zweite Ruderkontrollsystem sowohl mit der ersten Motorsteuerung als auch der zweiten Motorsteuerung verbunden sein. In diesem Fall kann beispielsweise das zweite Ruderkontrollsystem quasi auf Standby gehalten werden und nur im Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems zugeschaltet werden. Alternativ kann das zweite Ruderkontrollsystem das erste Ruderkontrollsystem überwachen und bei dessen Ausfall automatisch übernehmen oder bei einer Diskrepanz zwischen den beiden Ruderkontrollsystemen einen Benutzer auf das Problem hinweisen zur manuellen Auswahl eines Ruderkontrollsystems. Hierdurch wird die Redundanz weiter erhöht. Das erste Ruderkontrollsystem und/oder zweite Ruderkontrollsystem sind auch mit der ersten Motorsteuerung zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden. Die erste Motorsteuerung ist dabei mit dem ersten elektrischen Stellmotor und die zweite Motorsteuerung ist dabei mit dem zweiten elektrischen Stellmotor verbunden.

[0017] Durch den jeweils ersten elektrischen Stellmotor und den zweiten elektrischen Stellmotor wird jeweils ein Ruder bewegt, sodass eine Einstellung des Ruders auch bei dem Ausfall eines der Stellmotoren möglich ist. Es kann vorgesehen sein, dass die erste Motorsteuerung wahlweise auch mit dem zweiten elektrischen Stellmotor verbunden werden kann und die zweite Motorsteuerung wahlweise mit dem ersten elektrischen Stellmotor verbunden werden kann.

[0018] Durch eine mögliche Kombination der Redundanz der Ruderkontrollsystems durch ein erstes Ruderkontrollsystem und ein zweites Ruderkontrollsystem und die weitere Redundanz mit einer ersten Motorsteuerung

und einer zweiten Motorsteuerung verbunden auch mit der redundanten Auslegung der Stellmotoren wird die Robustheit des Gesamtsystems stark gesteigert, insbesondere wenn die mögliche Ausführung gewählt wird, dass beide Ruderkontrollsysteme jeweils zur Ansteuerung jeweils beider Motorsteuerungen ausgelegt sind.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die erste Motorsteuerung und die zweite Motorsteuerung in einem Gehäuse zusammengefasst. Die erste Motorsteuerung und die zweite Motorsteuerung können sich auch quasi als eine gemeinsame Motorsteuerung ausgebildet sein, wobei ein Teilbereich zur Ansteuerung der ersten Stellmotoren und ein zweiter Teilbereich zur Ansteuerung der zweiten Stellmotoren ausgebildet ist.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung stellen der erste elektrische Stellmotor und der zweite elektrische Stellmotor jeweils nur 50 % bis 95 % der Leistung zur Verfügung, die zur Verstellung des jeweiligen Ruders mit höchster Geschwindigkeit oder höchstem Verstellmoment benötigt werden. Damit ist zwar keine vollständige Redundanz beim Ausfall eines Stellmotors gegeben, die Funktionsfähigkeit bleibt aber gegeben. Beispielsweise kann bei hohen Geschwindigkeiten und gewünschten kleinen Wendekreisen die Leistung dann hierzu nicht mehr ausreichen, um das Ruder gegen den Druck mit voller Geschwindigkeit zu bewegen, was nur möglich ist, wenn beide Stellmotoren funktionsfähig sind. Damit bleibt die Steuerung möglich, wenn auch etwas eingeschränkt. Auf der Gegenseite können die Stellmotoren deutlich kleiner ausgeführt werden, was wiederum Platz und Gewicht spart.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Steuerkonsole, das erste Ruderkontrollsystem und das zweite Ruderkontrollsystem in einem Gehäuse zusammengefasst. Insbesondere können das erste Ruderkontrollsystem und das zweite Ruderkontrollsystem physisch in die Steuerkonsole integriert sein.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Ruderanlage sechs Ruder auf, insbesondere ein X-Ruder und zwei vordere Tiefenruder.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Ruderanlage eine manuelle Hilfssteuerkonsole auf. Die manuelle Steuerkonsole zur Eingabe von Ansteuerbefehlen ausgebildet. Es kann dabei vorgesehen sein, dass die manuelle Hilfssteuerkonsole direkt an der Motorsteuerung angebracht ist, bevorzugt ist diese jedoch unmittelbar benachbart zur Steuerkonsole angeordnet. Die geänderte Funktionalität der manuellen Hilfssteuerkonsole gegenüber der Steuerkonsole bedeutet, dass der Benutzer eben konkret die Ruderlage der einzelnen Ruder an der manuellen Hilfssteuerkonsole einstellen muss. Insbesondere bei einem X-Ruder ist dieses nicht direkt ersichtlich. Die manuelle Hilfssteuerkonsole und die erste Motorsteuerung sind zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden. Die manuelle Hilfssteuerkonsole und die zweite Motorsteuerung sind zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden. Bei

Betätigung der manuellen Hilfssteuerkonsole werden unmittelbar Ströme von der Motorsteuerung an den jeweiligen Motor ausgegeben und die Ruderlage verändert. Durch die manuelle Hilfssteuerkonsole ist eine manuelle Bedienung mit nur begrenzter Bedienbarkeit möglich, die Steuerbarkeit bleibt aber erhalten, sodass wenigstens ein sicheres Auftauchen möglich bleibt, selbst beim Ausfall beider Ruderkontrollsysteme.

[0024] Die manuelle Hilfssteuerkonsole kann hierbei ohne oder mit der zweiten Motorsteuerung kombiniert werden. Die manuelle Hilfssteuerkonsole überbrückt hierbei die Ansteuerung der Motorsteuerung durch das erste Ruderkontrollsystem und das zweite Ruderkontrollsystem bei einem Ausfall. Dabei kann die Ansteuerung der ersten Motorsteuerung und der zweiten Motorsteuerung parallel erfolgen, also in gleicher Weise oder gleichzeitig. Auch wenn für einen normalen Betrieb die Steuerung der Ruder über die manuelle Hilfssteuerkonsole als komplex angesehen werden muss, reicht es dennoch, um ein Unterseeboot wenigstens zum Auftauchen zu bringen, also insbesondere alle Ruder in die Stellung für den maximalen Aufstieg zu bringen. Dadurch wird für den Notfall des gleichzeitigen Ausfalls beider Ruderkontrollsysteme eine weitere Redundanz geschaffen, die wenigstens ein Auftauchen eines Unterseebootes ermöglicht. Es wird dadurch nicht nur eine einfache Redundanz geschaffen, sondern eine Mehrfachredundanz, die eine Degradation des Systems, also auch eine schrittweise Verschlechterung der Funktionsweise des Gesamtsystems ermöglicht.

[0025] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das erste Ruderkontrollsystem mit einem ersten Teilbordnetz verbunden und das zweite Ruderkontrollsystem ist mit einem zweiten Teilbordnetz verbunden. Durch die Trennung auf zwei unabhängige Teilbordnetze kann auf diese Weise auch der Ausfall eines Teilbordnetzes abgefedert werden.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die erste Motorsteuerung mit einem ersten Teilbordnetz verbunden und die zweite Motorsteuerung ist mit einem zweiten Teilbordnetz verbunden. Durch die Trennung auf zwei unabhängige Teilbordnetze kann auf diese Weise auch der Ausfall eines Teilbordnetzes abgefedert werden.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die ersten elektrischen Stellmotoren mit einem ersten Teilbordnetz verbunden und die zweiten elektrischen Stellmotoren sind mit einem zweiten Teilbordnetz verbunden. Durch die Trennung auf zwei unabhängige Teilbordnetze kann auf diese Weise auch der Ausfall eines Teilbordnetzes abgefedert werden.

[0028] Ein Teilbordnetz ist dabei ein Teil des elektrischen Versorgungsnetzes innerhalb eines Unterseebootes, der unabhängig bei Ausfall eines Teils der Versorgung betrieben werden kann. Jedes Teilbordnetz weist also Stromquellen und Verbraucher auf und kann elektrisch vom Gesamtbordnetz oder anderen Teilbordnetzen getrennt werden. Das Unterseeboot kann dabei

zumindest zwei Teilbordnetze aufweisen.

[0029] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Ruderanlage eine pneumatische Hilfssteuerkonsole auf. Jedes Ruder weist einen pneumatischen Stellmotor auf. Der pneumatischen Stellmotor ist dabei mechanisch mit dem Ruder wirkverbunden oder über einen Stelleingriff, beispielsweise eine mechanische Kupplung oder einen Vorschub, verbindbar. Die pneumatische Hilfssteuerkonsole ist pneumatisch mit allen pneumatischen Stellmotoren verbunden und kann eine Versorgung mit Betriebsgas, wie beispielsweise Druckluft, herstellen oder unterbrechen. Die pneumatische Hilfssteuerkonsole und der pneumatischen Stellmotor arbeiten komplett unabhängig von der eigentlichen elektrischen Ruderanlage und stellen eine maximale Redundanz dar, wenn beispielsweise alle elektrischen Systeme ausfallen.

[0030] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die pneumatische Hilfssteuerkonsole einen pneumatischen Druckspeicher auf, beispielsweise eine Druckgasflasche. Somit ist die pneumatische Hilfssteuerkonsole auf kein externes System zur Funktionsweise angewiesen. Dabei kann die Hilfssteuerkonsole aus zumindest einem Ventil bestehen, dass in der Verbindung zwischen Druckgasflasche und pneumatischen Stellmotor so angeordnet ist, dass das Druckgas den Hilfsmotor erreicht oder nicht erreicht. Idealerweise ist in der Hilfssteuerkonsole für jeden Hilfsmotor eine eigene Ansteuerung vorgesehen, um ausschließlich ausgefallene Ruder damit ansteuern zu können.

[0031] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die pneumatische Hilfssteuerkonsole und der pneumatischen Stellmotor lediglich dazu ausgebildet, das Ruder in eine Auftauchstellung zu verbringen. Das pneumatische System dient also nur dazu, einen möglichst schnellen und kontrollierten Aufstieg zu ermöglichen, muss dafür aber nicht ausgebildet sein, komplexere Steuerbewegungen zu ermöglichen. Ein weiterer Vorteil ist, dass ein pneumatischer Druckspeicher sehr klein ausfallen kann, da nur eine einzige Ruderbewegung durchführbar sein muss.

[0032] Es kann insbesondere vorgesehen sein den pneumatischen Stellmotor zusätzlich zu den vorgenannten Ausführungsformen mit mehreren Rudersteueranlagen, mehreren Motoransteuerungen, mehreren Motoren oder der manuellen Hilfssteuerkonsole zu verwenden, um eine weitere Redundanz zu schaffen und somit eine noch höhere Sicherheit zu bekommen.

[0033] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Unterseeboot mit einer erfindungsgemäßen Ruderanlage. Gerade bei Unterseebooten ist die Funktionsfähigkeit selbst bei einem Ausfall notwendig, um wenigstens an die Wasseroberfläche zurückkehren zu können. Gleichzeitig ist aber auch die Verwendung einer elektrischen Ruderanlage aus Platz- und Gewichtsgründen besonders vorteilhaft.

[0034] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ein Unterseeboot mit einem X-Ruder und einer er-

findungsgemäßen Ruderanlage.

[0035] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer elektrischen Ruderanlage, insbesondere einer erfindungsgemäßen vorhergehend beschriebenen Ruderanlage. Im Regelbetrieb werden über die Steuerkonsole Steuerbefehle eingegeben werden, die Steuerkonsole überträgt die Steuerbefehle an das erste Ruderkontrollsystem. Das erste Ruderkontrollsystem bearbeitet die Steuerbefehle zu Ansteuerbefehlen. Das erste Ruderkontrollsystem überträgt die Ansteuerbefehle an die erste Motorsteuerung. Die erste Motorsteuerung steuert die ersten Stellmotoren zur Einstellung der Ruder an.

[0036] Kommt es zu einem Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems, so übernimmt das zweite Ruderkontrollsystem die Aufgabe des ersten Ruderkontrollsystems. Somit ist eine Redundanz für diese Ebene der elektrischen Ruderanlage geschaffen. Der Funktionsumfang bleibt vollständig erhalten.

[0037] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung überwacht das zweite Ruderkontrollsystem im Normalbetrieb das erste Ruderkontrollsystem. Bei einem Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems übernimmt das zweite Ruderkontrollsystem die Aufgabe des ersten Ruderkontrollsystems. Hierbei kann eine Überwachung in paralleler Ausführung der gleichen Abläufe bestehen. In diesem Fall müssten im Normalfall das erste Ruderkontrollsystem und das zweite Ruderkontrollsystem zu gleichen Ansteuerbefehlen kommen. Ergibt ein Vergleich, dass beide identisch sind, so arbeiten beide Ruderkontrollsysteme normal. Kommt es zur Abweichung, so ist eines defekt, das andere muss übernehmen. Hierdurch ist neben einem Totalausfall auch eine Fehlfunktion leicht erkennbar.

[0038] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann beim Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems manuell auf das zweite Ruderkontrollsystem umgeschaltet werden. Das hat den Vorteil, dass das zweite Ruderkontrollsystem im Normalbetrieb nur auf Standby ist und somit weniger Energie verbraucht wird.

[0039] Die vorgenannten weiteren Ausführungsbeispiele für die Ruderanlage, beispielsweise bezüglich eines zweiten Ruderkontrollsystems gelten hier analog.

[0040] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden beim Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems und des zweiten Ruderkontrollsystems und/oder der Steuerkonsole über die manuelle Hilfssteuerkonsole Ansteuerbefehle eingegeben. Nachteil ist, dass nun die Ansteuerbefehle für die einzelnen Ruder direkt eingegeben werden müssen, also der Operator die Ruderlage selber festlegen muss. Insbesondere bei einem X-Ruder ist dieses komplexer und weniger komfortabel. Die Funktionsfähigkeit der Ruderanlage bleibt aber gewährleistet, selbst bei dem Ausfall mehrerer Systeme. Die manuelle Hilfssteuerkonsole überträgt die Ansteuerbefehle an die erste Motorsteuerung. So ist ein Manövrieren, beispielsweise wenigstens ein Auftauchen sicher möglich.

[0041] In einer weiteren Ausführungsform der Erfin-

dung beim Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems, des zweiten Ruderkontrollsystems und/oder der Steuerkonsole sowie der manuellen Hilfssteuerkonsole und/oder der ersten Motorsteuerung und/oder der ersten Stellmotoren werden Ansteuerbefehle über die pneumatische Hilfssteuerkonsole eingegeben. Jedes Ruder kann somit über einen pneumatischen Stellmotor verfahren werden. Die pneumatische Hilfssteuerkonsole steuert pneumatisch alle pneumatischen Stellmotoren an. Dieses ist für den Bediener noch komplexer, da somit nicht eine Zielvorgabe für den pneumatischen Stellmotor vorgebar ist, sondern dieser quasi an- und ausgeschaltet wird, um eine Ruderlage zu erreichen. Ein Beispiel wäre hierfür der totale Ausfall des elektrischen Systems, welcher alle vorgenannten Systeme der elektrischen Ruderanlage gleichzeitig würde ausfallen lassen. Somit sind nur noch rudimentäre Manöver möglich, ein Auftauchen ist somit aber noch möglich.

[0042] Nachfolgend ist die erfindungsgemäße Ruderanlage anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0043] Fig. 1 Schematische Darstellung der Ruderanlage

[0044] In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Ruderanlage 10 schematisch dargestellt. Zur Vereinfachung ist nur ein Ruder 20 dargestellt. Über eine Steuerkonsole 40 werden im Regelbetrieb Steuerbefehle eingegeben und an das erste Ruderkontrollsystem 51 und das zweite Ruderkontrollsystem 52 übergeben. Dort werden die Steuerbefehle in konkrete Ruderlagen umgesetzt und aus den zu erreichenden Ruderlagen Ansteuerbefehle erzeugt. Das erste Ruderkontrollsystem 51 überträgt Ansteuerbefehle an die erste Motorsteuerung 61 und das zweite Ruderkontrollsystem 52 überträgt Ansteuerbefehle an die zweite Motorsteuerung 62. Die erste Motorsteuerung 61 steuert dann den ersten Stellmotor 31 an und die zweite Motorsteuerung 62 steuert dann den zweiten Stellmotor 32 an. Über eine Kupplung sind der erste Stellmotor 31 und der zweite Stellmotor 23 mit dem Kraftübertragungssystem, beispielsweise einer Spindel, mit dem Ruder 20 verbunden.

[0045] Fällt die Steuerkonsole 40, das erste Ruderkontrollsystem 51 und/oder das zweite Ruderkontrollsystem 52 aus, so kann der Operator direkt über die manuelle Hilfssteuerkonsole 80 Ansteuerbefehle eingeben und an die erste Motorsteuerung 61 und die zweite Motorsteuerung 62 übertragen. Nachteilig ist, dass der Operator nun direkt die einzelnen Ruder 20 ansteuert und die Winkel der Ruder 20 entsprechend selber vorgeben muss. Für einfache Manöver, insbesondere für ein schnelles Auftauchen ist dieses aber ausreichend.

[0046] Für den Falls des Ausfalls des gesamten elektrischen Systems ist ein zusätzlicher pneumatischer Stellmotor 92 vorgesehen. Der pneumatische Stellmotor 92 kann direkt pneumatisch von der pneumatischen Hilfssteuerkonsole 90 bedient werden unter vollständiger Umgehung elektrischer Systeme. Auch hier ist die Bedienbarkeit begrenzt, aber für ein Auftauchmanöver aus-

reichend.

Bezugszeichen

5 **[0047]**

10	Ruderanlage
20	Ruder
22	Kraftübertragungssystem
10 24	Kupplung
31	erster Stellmotor
32	zweiter Stellmotor
40	Steuerkonsole
51	erstes Ruderkontrollsystem
15 52	zweites Ruderkontrollsystem
61	erste Motorsteuerung
62	zweite Motorsteuerung
70	Gehäuse
72	Gehäuse
20 74	Gehäuse
80	manuelle Hilfssteuerkonsole
90	pneumatische Hilfssteuerkonsole
92	pneumatischer Stellmotor

25

Patentansprüche

1. Elektrische Ruderanlage (10), wobei die Ruderanlage (10) wenigstens drei Ruder (20) aufweist, wobei jedes Ruder (20) wenigstens einen ersten elektrischen Stellmotor (31) aufweist, wobei die Ruderanlage (10) wenigstens eine Steuerkonsole (40), ein erstes Ruderkontrollsystem (51) und eine erste Motorsteuerung (61) aufweist, wobei die Steuerkonsole (40) zur Eingabe von Steuerbefehlen ausgebildet ist, wobei die Steuerkonsole (40) und das erste Ruderkontrollsystem (51) zur Übertragung der Steuerbefehle verbunden sind, wobei das erste Ruderkontrollsystem (51) zur Verarbeitung der Steuerbefehle und Ansteuerbefehle ausgebildet ist, wobei das erste Ruderkontrollsystem (51) und die erste Motorsteuerung (61) zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden sind, wobei die erste Motorsteuerung (61) mit den ersten Stellmotoren (31) zur Einstellung der Ruder (20) entsprechend der Ansteuerbefehle verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ruderanlage (10) wenigstens ein zweites Ruderkontrollsystem (52) aufweist, wobei die Steuerkonsole (40) und das zweite Ruderkontrollsystem (52) zur Übertragung der Steuerbefehle verbunden sind, wobei das zweite Ruderkontrollsystem (52) zur Verarbeitung der Steuerbefehle und Ansteuerbefehle ausgebildet ist, wobei das zweite Ruderkontrollsystem (52) und die erste Motorsteuerung (61) zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden sind.
2. Ruderanlage (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ruder (20) wenigstens ei-

- nen zweiten elektrischen Stellmotor (32) aufweisen, wobei die Ruderanlage (10) eine zweite Motorsteuerung (62) aufweist, wobei das erste Ruderkontrollsystem (51) und/oder zweite Ruderkontrollsystem (52) und die zweite Motorsteuerung (62) zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden sind, wobei die zweite Motorsteuerung (62) mit den zweiten Stellmotoren (32) zur Einstellung der Ruder (20) entsprechend der Ansteuerbefehle verbunden ist.
3. Ruderanlage (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Motorsteuerung (61) und die zweite Motorsteuerung (62) in einem Gehäuse (74) zusammengefasst sind.
 4. Ruderanlage (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste elektrische Stellmotor (31) und der zweite elektrische Stellmotor (32) jeweils nur 50 % bis 95 % der Leistung zur Verstellung des jeweiligen Ruders (20) zur Verfügung stellen.
 5. Ruderanlage (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerkonsole (40), das erste Ruderkontrollsystem (51) und das zweite Ruderkontrollsystem (52) in einem Gehäuse (70) zusammengefasst sind.
 6. Ruderanlage (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ruderanlage (10) sechs Ruder (20) aufweist.
 7. Ruderanlage (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ruderkontrollsystem (51) zur Überwachung des zweiten Ruderkontrollsystems (52) ausgebildet ist und das zweite Ruderkontrollsystem (52) zur Überwachung des ersten Ruderkontrollsystems (51) ausgebildet ist.
 8. Ruderanlage (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ruderanlage (10) eine manuelle Hilfssteuerkonsole (80) aufweist, wobei die manuelle Hilfssteuerkonsole (80) zur Eingabe von Ansteuerbefehlen ausgebildet ist, wobei die manuelle Hilfssteuerkonsole (80) und die erste Motorsteuerung (61) zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden sind, wobei die manuelle Hilfssteuerkonsole (80) und die zweite Motorsteuerung (62) zur Übertragung der Ansteuerbefehle verbunden sind.
 9. Ruderanlage (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ruderkontrollsystem (51) mit einem ersten Teilbordnetz verbunden ist, wobei das zweite Ruderkontrollsystem (52) mit einem zweiten Teilbordnetz verbunden ist.
 10. Ruderanlage (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Motorsteuerung (61) mit einem ersten Teilbordnetz verbunden ist, wobei die zweite Motorsteuerung (62) mit einem zweiten Teilbordnetz verbunden ist.
 11. Ruderanlage (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten elektrischen Stellmotoren (31) mit einem ersten Teilbordnetz verbunden sind, wobei die zweiten elektrischen Stellmotoren (32) mit einem zweiten Teilbordnetz verbunden sind.
 12. Ruderanlage (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ruderanlage (10) eine pneumatische Hilfssteuerkonsole (90) aufweist, wobei jedes Ruder (20) einen pneumatischen Stellmotor (92) aufweist, wobei die pneumatische Hilfssteuerkonsole (90) pneumatisch mit allen pneumatischen Stellmotoren (92) verbunden ist.
 13. Ruderanlage (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ruderkontrollsystem (51) und das zweite Ruderkontrollsystem (52) manuell auswählbar sind.
 14. Unterseeboot mit einer Ruderanlage (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche.
 15. Verfahren zum Betreiben einer elektrischen Ruderanlage (10), wobei im Regelbetrieb über die Steuerkonsole (40) Steuerbefehle eingegeben werden, wobei die Steuerkonsole (40) die Steuerbefehle an das erste Ruderkontrollsystem (51) überträgt, wobei das erste Ruderkontrollsystem (51) die Steuerbefehle zu Ansteuerbefehlen bearbeitet, wobei das erste Ruderkontrollsystem (51) die Ansteuerbefehle an die erste Motorsteuerung (61) überträgt, wobei die erste Motorsteuerung (61) die ersten Stellmotoren (31) zur Einstellung der Ruder (20) ansteuert, wobei beim Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems (51) das zweite Ruderkontrollsystem (52) die Aufgabe des ersten Ruderkontrollsystems (51) übernimmt.
 16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Ruderkontrollsystem (52) im Normalbetrieb das erste Ruderkontrollsystem (51) überwacht und beim Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems (51) die Aufgabe des ersten Ruderkontrollsystems (51) übernimmt.
 17. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems (51) manuell auf das zweite Ruderkontrollsystem (52) umgeschaltet werden kann.
 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **da-**

durch gekennzeichnet, dass beim Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems (51) und des zweiten Ruderkontrollsystems (52) und/oder der Steuerkonsole (40) über die manuelle Hilfssteuerkonsole (80) Ansteuerbefehle eingegeben werden, wobei die manuelle Hilfssteuerkonsole (80) die Ansteuerbefehle an die erste Motorsteuerung (61) überträgt.

19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Ausfall des ersten Ruderkontrollsystems (51), des zweiten Ruderkontrollsystems (52) und/oder der Steuerkonsole (40) sowie der manuellen Hilfssteuerkonsole (80) und/oder der ersten Motorsteuerung (61) und/oder der ersten Stellmotoren (31) Ansteuerbefehle über die pneumatische Hilfssteuerkonsole (90) eingegeben werden, wobei jedes Ruder (20) über einen pneumatischen Stellmotor (92) verfahren werden kann, wobei die pneumatische Hilfssteuerkonsole (90) pneumatisch alle pneumatischen Stellmotoren (92) ansteuert.

25

30

35

40

45

50

55

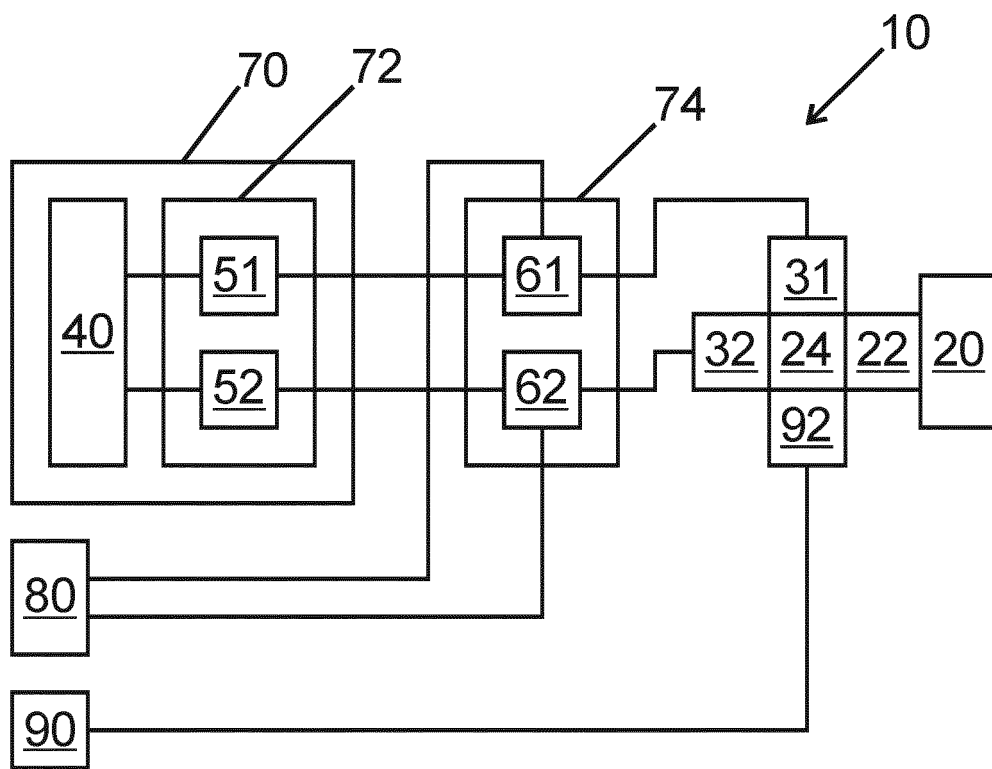


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 5968

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2018/050783 A1 (NIIZAWA HISAYA [JP]) 22. Februar 2018 (2018-02-22) * Absatz [0020] - Absatz [0109]; Abbildungen 1-9 *	1-19	INV. B63H25/06 B63H25/02 B62D5/00
A	PETRA LINKE ET AL: "Einführung in Die Konstruktionsmethodik", 1. Januar 2021 (2021-01-01), HANDBUCH MASCHINENBAU, SPRINGER, WIESBADEN, PAGE(S) 677 - 696, XP009547033, ISBN: 978-3-658-30272-6 Seiten 677-696, [gefunden am 2021-04-24] * das ganze Dokument *	1-19	
A	US 9 477 253 B2 (MARINE CANADA ACQUISITION INC [CA]; MARINE CANADA ACQUISITION INC [CA]) 25. Oktober 2016 (2016-10-25) * Spalte 4, Zeile 40 - Spalte 14, Zeile 19; Abbildungen 1-20 *	1-19	
A	US 6 886 485 B2 (JAPAN HAMWORTHY & CO LTD [JP]) 3. Mai 2005 (2005-05-03) * Spalte 9, Zeile 25 - Spalte 21, Zeile 9; Abbildungen 1-23 *	1-19	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B63H B63J B63G B62D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. Dezember 2023	Prüfer Kamara, Amadou
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 18 5968

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-12-2023

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
10	US 2018050783	A1	22-02-2018	JP	6662372 B2	11-03-2020	
15				JP WO	2016143235 A1	25-01-2018	
				US	2018050783 A1	22-02-2018	
				WO	2016143235 A1	15-09-2016	

20	US 9477253	B2	25-10-2016	AU	2013221469 A1	02-10-2014	
				AU	2013221536 A1	02-10-2014	
				AU	2017210481 A1	24-08-2017	
				AU	2017272279 A1	04-01-2018	
25				AU	2019201629 A1	04-04-2019	
				CA	2864685 A1	22-08-2013	
				CA	2864687 A1	22-08-2013	
				EP	2814729 A1	24-12-2014	
30				EP	2814730 A1	24-12-2014	
				EP	3770061 A1	27-01-2021	
				US	2014222260 A1	07-08-2014	
				US	2015034001 A1	05-02-2015	
35				US	2015192947 A1	09-07-2015	
				US	2017121004 A1	04-05-2017	
				US	2019009875 A1	10-01-2019	
				US	2020039625 A1	06-02-2020	
40				WO	2013123191 A1	22-08-2013	
				WO	2013123208 A1	22-08-2013	

				45	US 6886485	B2	03-05-2005
EP	1394037 A1	03-03-2004					
JP	3751260 B2	01-03-2006					
JP	2003026096 A	29-01-2003					
50				KR	20030096272 A	24-12-2003	
				US	2004163579 A1	26-08-2004	
				WO	02090182 A1	14-11-2002	

55							

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102021211387 [0004]
- DE 102016006933 B3 [0005]
- DE 102016204248 A1 [0006]
- DE 102021211387 A1 [0007]
- US 20180050783 A1 [0009]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Einführung in die Konstruktionsmethodik. **LINKE ; PETRA ; FRANK WEIDERMANN.** Handbuch Maschinenbau, Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2021, vol. 677, 692-93 [0008]